

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-114020

(43)Date of publication of application : 02.05.1995

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02F 1/1333

G02F 1/1333

G02F 1/136

(21)Application number : 05-285923

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 18.10.1993

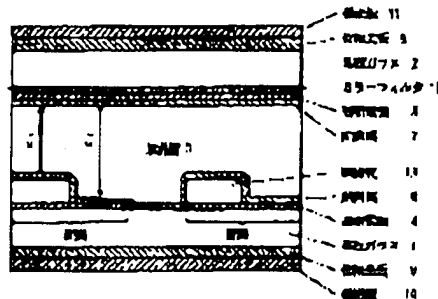
(72)Inventor : SATO MAKOTO  
OZAKI MASAOKI  
KAWAHARA HIDEKI

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide the liquid crystal display device having transmittance which depends less on vertical visual angles.

CONSTITUTION: There are transparent electrodes 4, 5 on the inner side of substrate glass 1, 3 at the cross section of the color liquid crystal display element provided with two cell gaps d1, d2 within one pixel. Oriented films 6, 7 are formed on the surfaces thereof and are provided with TFT elements with each of the pixels. Phase difference plates 8, 9 for improving the visual angle are formed on the outside of the substrates 1, 2 and polarizing plates 10, 11 are formed on the outside thereof. Different color filters 12, 12' are arranged in the respective elements. Insulating films 13 used thus far in the process in order to protect the TFT elements are partly made to remain in the respective elements. The cell gap which is the width of the liquid crystal layer is thereby provided with two d1, d2. Since these materials are originally used, there is no need for increasing man-hours and materials. The visual angle at which transmittances of 10% and 30% of medium contrast invert is spread from a lower direction 42° thus far to 55° and the visibility in the lower direction is improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Japanese Laid-Open Patent Publication No.  
7-114020/1995 (Tokukaihei 7-114020) (Published on  
May 2, 1995)

[0005]

[Problems to Be Solved by the Invention]

To solve the problem identified above, one arrangement of the present invention is such that, a liquid crystal display element, in which liquid crystal is sandwiched between two substrates each having an electrode and twisted when no voltage is applied to the electrode, includes at least one phase difference plate and a plurality of cell gaps formed in one pixel. A second arrangement of the present invention is characterized in that, the cell gaps are any one of the followings or a combination of them: gaps formed by causing a part of an insulating film on a transparent electrode of one pixel to remain; gaps formed by causing a part of a gate insulating film of a thin-film transistor as a structural element of one pixel to remain; and gaps formed by altering, in one pixel, the thickness of a topcoat layer provided between the substrates. A third arrangement of the present invention is such that the substrate is a glass substrate, and the cell gaps are irregularities formed by subjecting the surface of the substrate to a hydrofluoric acid

treatment. A fourth arrangement of the present invention is such that the difference between the cell gaps is only not more than 10% of the thickness of the cell gaps. A fifth arrangement of the present invention is such that the difference between the cell gaps is only not more than 10 $\mu$ m.

[0006]

[Effects]

In liquid crystal displays, optical transmission is controlled by twisting the orientation of liquid crystal molecules by applying an electric field thereto. For this reason, it is unavoidable that the contrast varies depending on viewing angle. Thus, since the dependency on vertical viewing angles varies in accordance with the variation of a retardation value of the liquid crystal element, different retardation values are set so that the dependency on vertical viewing angles is enhanced in addition to the effect of the phase difference plate, and consequently the dependency on the viewing angles is improved by balancing out the viewing angles. Since the retardation value is determined by multiplying an optical anisotropy  $\Delta n$  of the liquid crystal molecules by a cell gap  $d$ , the cell gap  $d$  is caused to vary accordingly, in order to acquire a desired retardation value. The cell gap is a gap between alignment films. When the gap between the

alignment films is varied, since the rotation angle of the liquid crystal molecules is consistent (i.e. the value  $\Delta n$  is consistent) in the same electric field, the total rotation angle is decreased when the cell gap as accumulation of the rotation angles is caused to be shorter. As a result, the transmittance decreases. In other words, a multi-cell-gap arrangement is realized by providing more than one cell gap in one pixel of the liquid crystal element, and the range of retardation values in one pixel is increased. With this, the dependency of the transmittance on the viewing angles is varied, causing the inversion to occur at the deeper angle.

[0008]

The following will describe a specific embodiment of the present invention. Fig. 1 shows a cross section of a color liquid crystal display element in which two cell gaps  $d_1$  and  $d_2$  are provided in one pixel. In terms of structure, this liquid crystal display element is identical with a conventional liquid crystal display element in which a liquid crystal layer 3 is sandwiched between two glass substrates 1 and 2. The liquid crystal element in Fig. 1 is arranged in such a manner that transparent electrodes 4 and 5 are disposed on respective inner surfaces of glass substrates 1 and 2, on these transparent electrodes 4 and 5 alignment films 6 and 7 are formed, respectively, and a

TFT (Thin Film Transistor) element (not illustrated in its entirety) as a switching element is provided for each pixel. Furthermore, on respective outer surfaces of the glass substrates 1 and 2, conventional phase difference plates 8 and 9 for improving viewing angles are formed, and polarizing plates 10 and 11 are provided further outsides thereof. The figure illustrates two pixels, and these pixels have different color filters 12 and 12'. In each of these pixels, two cell gaps  $d_1$  and  $d_2$  as widths of the liquid crystal layer are formed by forming an insulating film 13. This insulating film 13 is a residue of an insulating film which has conventionally been used in a process in order to protect a TFT element functioning as a pixel. Since the insulating film 13 is a part of the conventionally required member, neither additional manufacturing steps nor additional materials are required. Note that, in figures, the widths of the cell gaps, other kinds of thicknesses and the like are not illustrated in conformity to actual proportions.

[0009]

Provided that the cell gap  $d_1=4.0\mu\text{m}$  and the cell gap  $d_2=4.5\mu\text{m}$ , a transmittance in 10% halftone varies in such a way that, as Fig. 6 shows, the transmittance in the cell gap  $d_1$  is smaller than the transmittance in the cell gap  $d_2$  when the viewing angle is small, but the transmittance in

the cell gap  $d_1$  is smaller than the transmittance in the cell gap  $d_2$  when the viewing angle is not more than  $-40^\circ$  in the downward direction. That is, from one viewpoint, the transmittance of the liquid crystal between the cell gap  $d_1$  is different from the transmittance of the liquid crystal between the cell gap  $d_2$ , when identical voltages are applied thereto. However, as the liquid crystal between the cell gap  $d_1$  is very close to the liquid crystal between the cell gap  $d_2$ , one cannot discern the difference between the transmittances in one pixel, so that the transmittance of one pixel is at an average of these two transmittances.

[0010]

Thus, in the case of the multi-cell-gap arrangement as shown in Fig. 1, the transmittance in 10% contrast halftone is at an average of the transmittances in Fig. 6, and the transmittances in other percentages are also figured out in similar manners. Fig. 7 shows the overall transmittances. This figure indicates that the inversion occurs at  $55^\circ$  in the downward direction in the cases of the transmittances in 10% and the transmittances in 30%, comparing to  $42^\circ$  in the downward direction in the case of the conventional art.

[0011]

As described above, by the plurality of cell gaps, the transmittances in the downward direction are varied and

an angle at which the inversion occurs is moved. For this reason, the visibility in the downward direction is improved by providing cell gaps in one pixel. There are several ways to form the cell gaps.

[0012]

(Second Embodiment)

After forming color filters 12 and 12' as shown in Fig. 8, a top coat layer 14 is formed thereon, and cell gaps  $d_1$  and  $d_2$  are formed by forming an unevenness in each pixel. After forming the top coat layer 14, transparent electrodes 4 and 5 and alignment films 6 and 7 are formed, and consequently a liquid crystal display element is formed. In this case, the unevenness is formed on the side opposite to that of First Embodiment in Fig. 1 but the difference of retardation values is identical with that of the Embodiment in Fig. 1.

[0013]

(Third Embodiment)

Fig. 9 illustrates how cell gaps are formed using a gate insulating film 15. In a process of forming a gate electrode of a transistor of each pixel, a part of the gate insulating film is caused to remain and then transparent electrodes 4 and 5 and alignment films 6 and 7 are formed on that part, so that the thickness of a liquid crystal layer 3 is caused to be uneven. This process is also a part of

7-114020/1995

the conventional process, thereby not resulting in cost rise.

[0014]

(Fourth Embodiment)

Fig. 10 illustrates how cell gaps are formed by forming unevenness on the surface of a glass substrate. The surface of a glass substrate 16 is subjected to a hydrofluoric acid treatment so that scabrous and small irregularities are formed on the surface. As a result, the irregularities equivalent to the cell gaps  $d_1$  and  $d_2$  are formed in one pixel. In this case, the irregularities are sufficiently small in consideration of the size of the pixel. For this reason, an image can be reproduced in a more uniform manner.

[0015]

The embodiments above can be easily implemented, and cell gaps formed through varying combinations of these embodiments can also vary the retardation values. Thus, a suitable combination of the embodiments can be used depending on the situation, and a liquid crystal display element with improved vertical visibility can be formed without any problems. Also note that, although two cell gaps are formed in First, Second, and Third Embodiments, it is possible to obtain similar effects when more than two cell gaps are formed in one pixel, and the



alignment of cell gaps is not necessarily continuous as in  
Fourth Embodiment.

甲 第 3 号 証

(18) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-114020

(43) 公開日 平成7年(1995)5月2日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1335	5 1 0		
	1/1339			
		5 0 0		
	1/138	5 0 0		

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-285923

(22) 出願日 平成5年(1993)10月18日

(71) 出願人 000004280

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 佐藤 良

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 尾崎 正明

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 川原 英樹

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

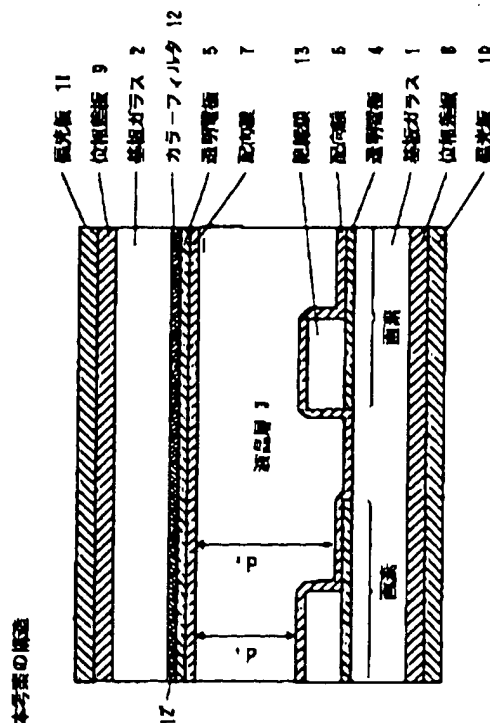
(74) 代理人 弁護士 藤谷 修

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【目的】 上下視角依存性の少ない透過率の液晶表示装置を提供すること。

【構成】 図1は、一面素内にセルギャップを二つ  $d_1$ 、 $d_2$  設けた場合のカラー液晶表示素子の断面で、基板ガラス1,2の内側に透明電極4,5があり、その表面に配向膜6,7が形成され、面素ごとにTFT素子が設けられている。基板1,2の外に、視角改善用の位相差板8,9、その外部に偏光板10,11が形成されている。各素子には異なるカラーフィルタ12,12'が配置されている。各面素内にTFT素子の保護用としてプロセス中で用いていた絶縁膜13を一部残すことによって、液晶層の幅であるセルギャップに  $d_1$ 、 $d_2$  の二つが設けられる。元々使用している材料なので工数・材料の付加は必要ではない。この構成で、中間層の10%と30%の透過率が逆転現象を起こす視角が、従来の下方向42°から55°に広がり、下方向の視認性を改善できた。



(2)

特開平7-114020

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極を有する二枚の基板と、該基板に挟持され、前記電極に駆動電圧無印加状態にて捻じれた液晶の配向をしている液晶表示素子において、

少なくとも一枚の位相差板を有し、一面素内に複数のセルギャップを有することを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】 前記セルギャップは、前記基板の内側に設けられた前記一面素の透明電極上の絶縁膜を一部残して形成した段差、または前記一面素の構成要素である薄膜トランジスタのゲート絶縁膜の一部を残して設けた段差、または前記基板の内側に設けられたトップコート層の厚みを前記一面素内で変化させて形成した段差であること、のいずれか、もしくはそれらの組合せであることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項3】 前記基板はガラス基板であり、前記セルギャップは、前記基板の表面にフッ酸処理を施して設けた凹凸による段差であることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項4】 前記セルギャップの段差は、たかだかセルギャップの10%以下であることを特徴とする請求項1乃至5いずれかに記載の液晶表示素子。

【請求項5】 前記セルギャップの段差は、高さ10 $\mu$ m以下であることを特徴とする請求項1乃至5いずれかに記載の液晶表示素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、液晶表示素子に関し、特に、薄膜トランジスタ付き液晶表示素子に関し、駆動用液晶モニターや大型液晶テレビ等に利用される。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、薄膜トランジスタ付き液晶表示素子（以下TFT-LCDと記す）は、上下の基板のラビング方向により、正面より高いコントラストが得られる視認方向がある。これは一般にハイコントラスト方向と呼ばれ、図2に示す配置関係となっている。図2は液晶面をほぼ垂直な正面から見た図で、実線矢印の方向が下基板の配向膜のラビング方向、点線矢印の方向が上基板の配向膜のラビング方向という直交関係になるときに下方向においてハイコントラスト、つまり電極に電圧を無印加と印可との透過率の比（コントラスト）が最大となる。

【0003】 この配置関係では、図3に示す上下視角に対する透過率の関係からわかるように、正面（視角0度）における透過率10%と30%のレベルが逆転してしまう（図4に示すように左右の視角では生じない）。なお、図3を始めとする透過率の図の各カーブは、角度0°における各透過率値となる印加電圧を固定したまま視角を変化させた場合の透過率変化を示している。この逆転現象は、正面から見て正常な表示となる電圧印加をした場合に、それを斜めから見ると、正面から見たコント

2

ラストがある領域が区別付かなくなることを意味し、液晶の表示を非常に見にくくしてしまうが、この現象が視角の下方向24°で発生している。それで、この現象を防ぐために特開平4-326331号公報で示されるように、リタデーション値を変えるため位相差板を基板に張り合わせ用いる方法が提案されている。リタデーション値は、液晶分子の屈折率異方性 $\Delta n$ とセルギャップ $d$ との積である。この方法は、上下視角に対する透過率依存性を位相差板でずらし、図5の透過率のグラフに示すように、逆転現象を下方向42°で起こさせて視角範囲が広がられている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、液晶板を例えば机の上に水平に置いて手前から液晶板を見る場合とか、大型液晶テレビを壁のすこし高い所に掛けて下から見上げるような場合には、視角が簡単に下方向42°を越えてしまっで見にくくなり、上記の対策だけでは不十分である、という問題がある。それで、本発明の目的は、より広範囲な視角を持ち、視角依存性の少ない透過率を実現する液晶表示装置を提供することである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するため本発明の構成は、電極を有する二枚の基板と、該基板に挟持され、前記電極に駆動電圧無印加状態にて捻じれた液晶の配向をしている液晶表示素子において、少なくとも一枚の位相差板を有し、一面素内に複数のセルギャップを有することである。本発明の第二の構成はまた、前記セルギャップは、前記基板の内側に設けられた前記一面素の透明電極上の絶縁膜を一部残して形成した段差、または前記一面素の構成要素である薄膜トランジスタのゲート絶縁膜の一部を残して設けた段差、または前記基板の内側に設けられたトップコート層の厚みを前記一面素内で変化させて形成した段差であること、のいずれか、もしくはそれらの組合せであることを特徴とする。本発明の第三の構成はさらに、前記基板がガラス基板であり、前記セルギャップが、前記基板の表面にフッ酸処理を施して設けた凹凸による段差となっていることである。また第四の構成は、前記セルギャップの段差が、たかだかセルギャップの10%以下となっていることである。また第五の構成は、前記セルギャップの段差が、高さ10 $\mu$ m以下であることを特徴とする。

## 【0006】

【作用】 液晶表示はもともと液晶分子の配向を電界で捻じって、光の通過を制御するため、視角が異なるとコントラストに差が出てしまうのは止むを得ない。そこで、液晶素子のリタデーション値が異なると上下視角依存性も変化することから、逆にこのリタデーション値を異なる構成にし、位相差板の効果に加えて上下視角依存性をさらに均し、視角性をバランスさせる形で視角依存性の改善を実施する。リタデーション値は、液晶分子の屈

(3)

特開平7-114020

3

折率異方性 $\Delta n$ とセルギャップ $d$ との積であるので、セルギャップを変化させて実現する。セルギャップは配向膜の間隔であり、この配向膜間隔が異なると、同一電界では液晶分子の回転角度は同じ（即ち $\Delta n$ が同じ）であるため、その回転角の累積を意味するセルギャップが短いと全回転角が少なくなり透過率を下げることになる。即ち、液晶素子の同一画素内に二つ以上のセルギャップを設けてマルチセルギャップとし、リタデーション値を一画素内で幅をもたせることで、透過率の視角に対する依存性を変化させ、逆転現象を深い角度の方に移させる。

【0007】

【発明の効果】視角依存性の程度を示す、コントラストが中間調の10%と30%の透過率が逆転現象を起こす視角が、従来の下方向 $42^\circ$ から $55^\circ$ に広がり、下方向からの視認性が改善された。

【0008】

【実施例】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は、一画素内にセルギャップを二つ $d_1$ 、 $d_2$ 、設けた場合のカラー液晶表示素子の断面を示している。この液晶表示素子の構造は、2枚の基板ガラス1、2の間に液晶層3がある従来のものと変わらない。図1中の液晶表示素子の構造は、基板ガラス1、2の内面側に透明電極4、5があり、その表面に配向膜6、7が形成され、画素ごとにスイッチング素子としてTFT(Thin Film Transistor)素子（全体構成を図示していない）が設けられている。また、基板ガラス1、2の外面に、従来の提案されている視角改善用の位相遅延板8、9が設けられ、その外部に偏光板10、11が形成されている。ここでは画素が二個分示しており、それぞれの素子に異なるカラーフィルタ12、12'が配置されている。このそれぞれの画素内に、絶縁膜13によって液晶層の幅であるセルギャップに $d_1$ 、 $d_2$ の二つが設けられている。この絶縁膜13は、従来の画素の機能をなすTFT素子の保護用としてプロセス中で用いていた絶縁膜を一部残したものである。そのため、もともと使用している材料であるため、工数および材料の付加は必要ではない。なお、図1および以降の図のセルギャップやその他の厚み等は、実際の比率を正確には表示していない。

【0009】セルギャップを、 $d_1=4.0\mu\text{m}$ 、 $d_2=4.5\mu\text{m}$ とした場合に、中間調である10%透過率の特性は、図6に示す透過率のように、 $4.0\mu\text{m}$ の透過率が、 $4.5\mu\text{m}$ のギャップになると、視角が小さいうちは値が大きくなり、下方向 $-40^\circ$ 以上では $4.0\mu\text{m}$ の透過率が大きくなる。即ち同一電圧印加に対して、二つのセルギャップが存在することで、同一方向からみると異なった透過率で見えることになる。同一画素の位置差の差異では区別は付かず同じ画素と見えてしまい、透過率はこの二つのグラフの平均となる。

【0010】そのため、図1のような同一画素内にマル

4

チセルギャップを有する構成は、コントラスト中間調10%の透過率が図6に示す透過率を合成した透過率となり、他のパーセンテージの透過率の分布も合成されるので、全体として図7に示すような透過率分布を示すようになる。それで、中間調の10%と30%の透過率が逆転現象を起こす視角が、従来の下方向 $42^\circ$ から $55^\circ$ に広がる。

【0011】以上のように、この複数のセルギャップにより下方向に対する透過率分布を変化させ、逆転現象を移動させることができるので、同一画素内にセルギャップを設けることで下方向の視認性を改善できる。セルギャップを形成するにはいろいろ考えられる。

【0012】（第二実施例）まず、図8に示すように、カラーフィルタ12、12'を形成した後に、その表面にトップコート層14を形成し、画素ごとに段差を形成してセルギャップ $d_1$ 、 $d_2$ を形成する。トップコート層14の形成後、透明電極4、5、配向膜6、7を形成して液晶表示素子とする。この場合は段差は図1の実施例の場合と反対側に形成されるが、リタデーション値の違いとしては同様である。

【0013】（第三実施例）図9はセルギャップ形成として、ゲート絶縁膜15を利用する場合で、各画素のトランジスタのゲート電極を形成する工程において、ゲート絶縁膜を一部残したままにし、その上に透明電極4、5、配向膜6、7を形成することで、液晶層3の厚みに差異を形成する。この工程も従来の工程の一部に組み込まれるのでコストアップにならない。

【0014】（第四実施例）図10は、こんどは基板ガラスの表面に段差を設けることでセルギャップを設ける場合で、基板ガラス16の表面をフッ酸処理を施し、表面をざらざらの細かい凹凸を形成して一つの画素内にセルギャップ $d_1$ 、 $d_2$ の差を形成する。この場合は画素に比べて十分細かい凹凸となり、より均質なイメージを与える。

【0015】また、以上の各実施例は容易に形成でき、またこれらを自由に組み合わせたセルギャップであっても、リタデーション値を変えることになるので、目的に応じて最適な構成とすることができ、何ら問題なく上下の視認性を改善した液晶表示素子を形成できる。また、上記第一、第二、第三実施例は二つのセルギャップを有したが、第四実施例のように連続的な段差とはいかなくても、同一画素内にもっと多段階のセルギャップを有する構成であっても同様の効果を有することはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】セルギャップを設けた液晶表示素子の模式的構造断面図。

【図2】ハイコントラストを示すラビング方向を示す説明図。

【図3】液晶素子の上下透過率角度依存性を示す特性

(4)

特開平7-114020

5

6

図。

【図4】液晶素子の左右透過率角度依存性を示す特性図。

【図5】位相差板の効果を示す上下透過率角度依存性を示す特性図。

【図6】位相差板がある場合の視角0度で中間調である透過率10%を示すの上下透過率依存性の分布特性図。

【図7】本発明の透過率依存性を示す特性図。

【図8】本発明の第二実施例の液晶表示素子を示す模式的構造断面図。

【図9】本発明の第三実施例の液晶表示素子を示す模式的構造断面図。

【図10】本発明の第四実施例の液晶表示素子を示す模

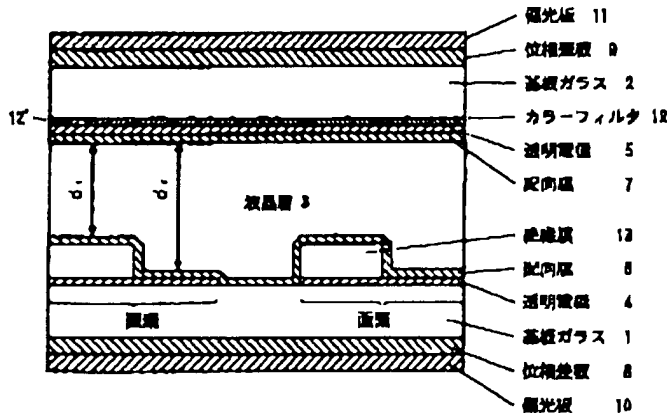
式的構造断面図。

【符号の説明】

- 1、2 基板ガラス
- 3 液晶層
- 4、5 透明電極
- 6、7 配向膜
- 8、9 位相差板
- 10、11 偏光板
- 12、12' カラーフィルタ
- 13 絶縁膜
- 14 トップコート
- 15 ゲート絶縁膜
- 16 基板ガラス (凹凸処理)

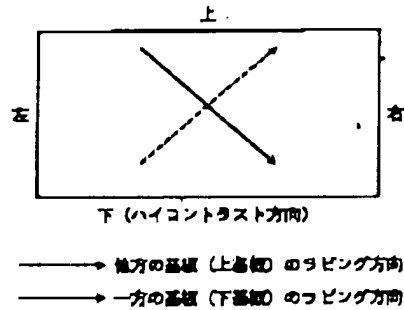
【図1】

本考案の構造



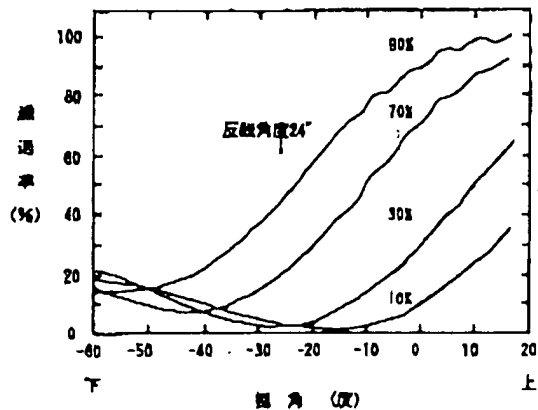
【図2】

ラビング方向



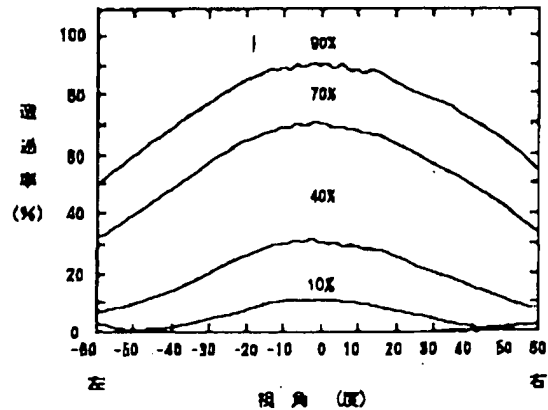
【図3】

液晶素子の上下透過率角度依存性



【図4】

液晶素子の左右透過率角度依存性

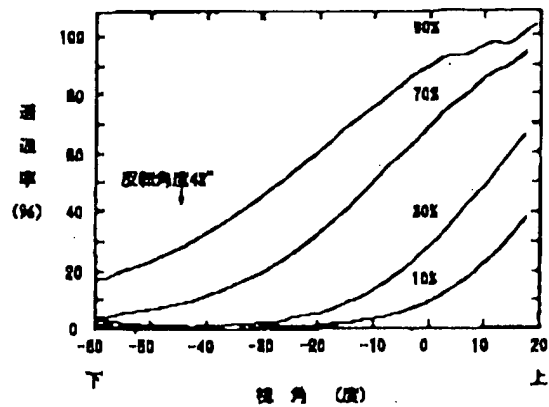


(5)

特開平7-114020

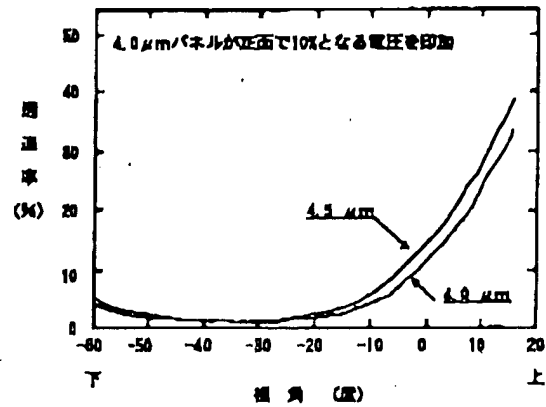
【図5】

位相遅延の特性



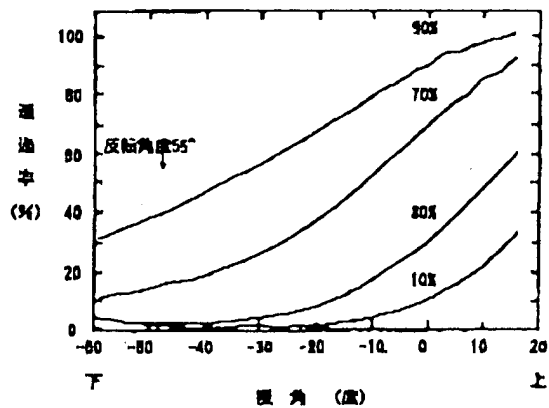
【図6】

位相遅延とセルギャップ



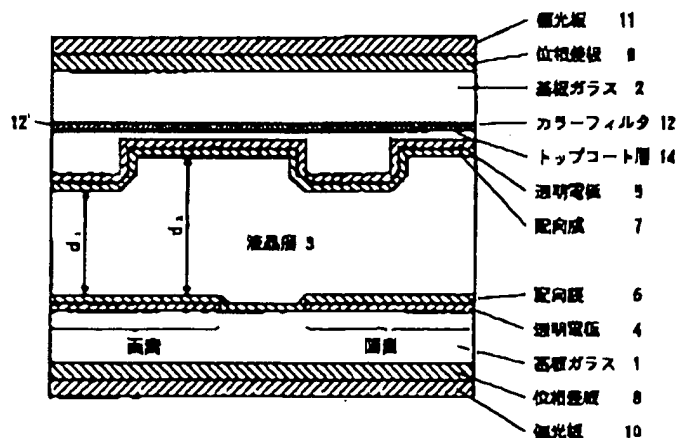
【図7】

本発明の透過率依存性



【図8】

トップコート層利用

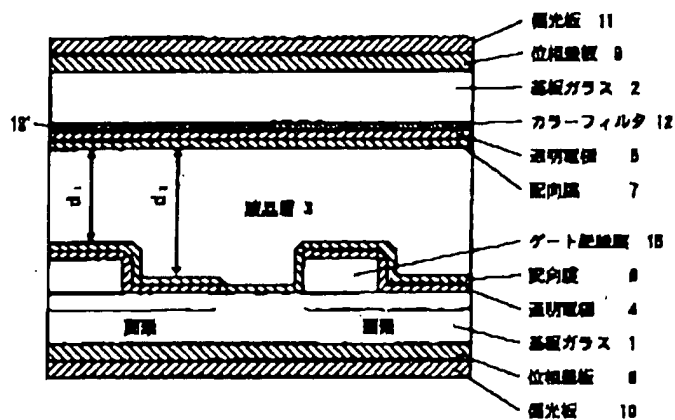


(6)

特開平7-114020

【図9】

ゲート絶縁膜利用



【図10】

凹凸ガラス基板利用

